

BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO NORMAL PONDERADO PARA O MUNICÍPIO DE FERNANDÓPOLIS - SP

FABIANO BARBOSA DE LIMA¹, LUIZ SÉRGIO VANZELA²; MANOEL DE ALMEIDA MARINHO³; GILMAR OLIVEIRA SANTOS⁴;

1 Graduando Eng^o. Ambiental, Fundação Educacional de Fernandópolis, FEF, Fernandópolis – SP. Fone: (17) 8142 – 8192,

fbl.eng@gmail.com.

2 Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia pela UNESP de Ilha Solteira, Ilha Solteira – SP.

3 Engenheiro Agrônomo pela Universidade Camilo Castelo Branco – Campus Fernandópolis – SP.

4 Graduando Eng^o. Ambiental, Fundação Educacional de Fernandópolis, Fernandópolis – SP.

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia - 22 a 25 de Setembro de 2009 – GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções – Belo Horizonte – MG.

RESUMO: Esse trabalho tem como objetivo foi elaborar o balanço hídrico espacial do município de Fernandópolis, localizado no Noroeste do Estado de São Paulo, utilizando do método desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955) e Sistema de Informações Geográficas - SIG. Os dados utilizado para calculo do balanço hídrico foram precipitação (P), evapotranspiração potencial (ETP) e capacidade de água disponível (CAD). Com as médias ponderadas de cada um dos componentes P e ETP foi determinado o balanço hídrico climatológico normal ponderado utilizando seis estações climatológicas, para a comparação com o método normal, também se determinou o balanço hídrico climatológico normal para o município de Fernandópolis utilizando somente os dados de uma estação. De acordo com os resultados e nas condições em que este trabalho foi desenvolvido pode-se concluir que a utilização do método ponderado na elaboração do balanço hídrico climatológico normal do município de Fernandópolis - SP foi viável por melhorar a precisão dos componentes do balanço hídrico, especialmente, da P e da DEF.

PALAVRAS-CHAVE: média ponderada, deficiência hídrica, Thornthwaite e Mather.

NORMAL CLIMATOLOGIC PONDERING WATER BALANCE FOR FERNANDÓPOLIS CITY, SÃO PAULO STATE.

ABSTRACT: This work aims to develop the space water balance in Fernandópolis city, located in the northwest of São Paulo State, using the method developed by Thornthwaite and Mather (1955) and Geographical Information System - GIS. The data used for calculating the water balance were precipitation (P), potential evapotranspiration (ETP) and available water capacity (CAD). With the weighted averages of each component P and ETP was given the climatologic water balance using six weighted normal weather stations to compare with the normal method, also determined the normal climatic water balance for Fernandópolis city using only information from station weather. According to the results and the conditions under which this work was conducted it was concluded that the use of the method considered in the preparation of the climatologic normal water balance of Fernandópolis city was feasible to improve the accuracy of the water balance components, especially of P and DEF.

KEYWORDS: weighted averages; water deficit; Thornthwaite e Mather.

INTRODUÇÃO: O balanço hídrico permite estabelecer a variação de armazenamento de água no solo e, portanto, a quantidade disponível para a cultura, em um intervalo de tempo, permitindo conhecer o déficit ou excessos hídricos. Os dados principais que compõem o balanço hídrico são: evapotranspiração real (ETR), a deficiência hídrica (DEF), o excedente hídrico (EXC) e o armazenamento de água no solo (ARM) tanto para escala diária como mensal, a partir do suprimento das precipitações (P) e pela evapotranspiração potencial (ETP) por meio da capacidade de água disponível no solo (CAD) PEREIRA et al. (2002). No entanto, os componentes do balanço hídrico dependendo do tamanho da área considerada, podem apresentar variabilidade espacial significativa e, se considerado somente como um processo pontual, pode acarretar em erros significativos no resultado final. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo a elaboração do balanço hídrico climatológico normal ponderado para o município de Fernandópolis – SP.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi conduzido no município de Fernandópolis - SP situado no Noroeste Paulista, com uma área total oficial de 549,551 km² (IBGE, 2002) e perímetro localizado entre as coordenadas 20°04'53" de latitude Sul e 50°25'03" de longitude Oeste e 20°28'44" de latitude Sul e 50°07'56" de longitude Oeste (Figura 1).

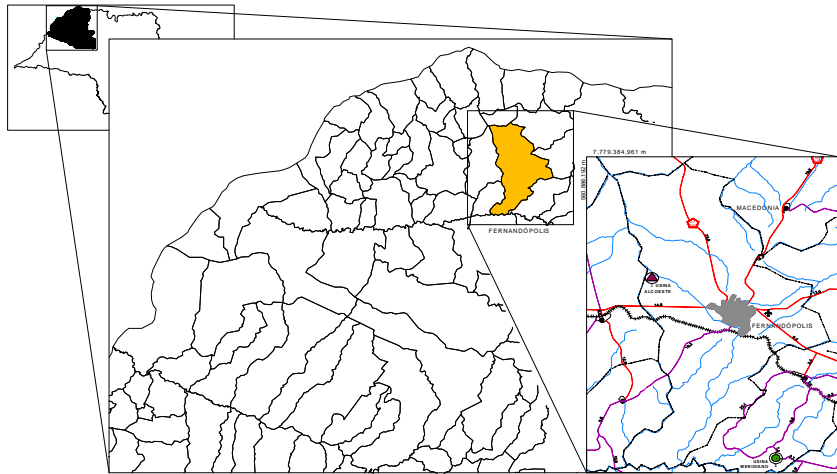


Figura 1. Localização do município de Fernandópolis.

De acordo ROLIM et. al. (2007) o clima do município é classificado como do tipo Aw (tropical úmido) com inverno seco e verão quente e chuvoso. Para a elaboração do balanço hídrico climatológico normal ponderado foram utilizados os dados de precipitação e evapotranspiração potencial obtidos do banco de dados já disponível, sendo os dados de precipitação (P) obtidos do Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE (2008) e os dados de evapotranspiração potencial (ETP) do banco de dados do Centro Integrado de Informações Meteorológicas do Instituto Agrônomo de Campinas - CIIAGRO/IAC (2008). As estações pluviométricas do DAEE utilizadas para a obtenção dos dados de precipitação, neste trabalho, estão apresentadas na Figura 2.

Após a obtenção dos dados climáticos determinou-se a média mensal de P e ETP para cada estação. Com as médias mensais e as coordenadas planas UTM das estações de P foram efetuados no SUFER 8.0 interpolações por Krigagem para cada mês e, em seguida, gerados os mapas de variabilidade espacial da precipitação média mensal. Depois deste procedimento os mesmos foram importados para o software SPRING 4.3.3. em um modelo de dados temático, onde foram determinadas as áreas de abrangência cada classe temática de P em cada mês do ano. Já a área de abrangência de cada estação de ETP foi delimitada de acordo com a metade da distância entre as duas estações. Tendo-se as médias mensais de P e ETP, para cada

estação climática e mês do ano, determinou-se a média ponderada mensal utilizando a seguinte expressão:

$$X_p = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot X_i}{A}, \text{ sendo:} \quad \text{Eq. 1}$$

A_i - área de abrangência de P e ETP (ha);

X_i - valor da classe de P e ETP (mm);

A - área total do município (ha).

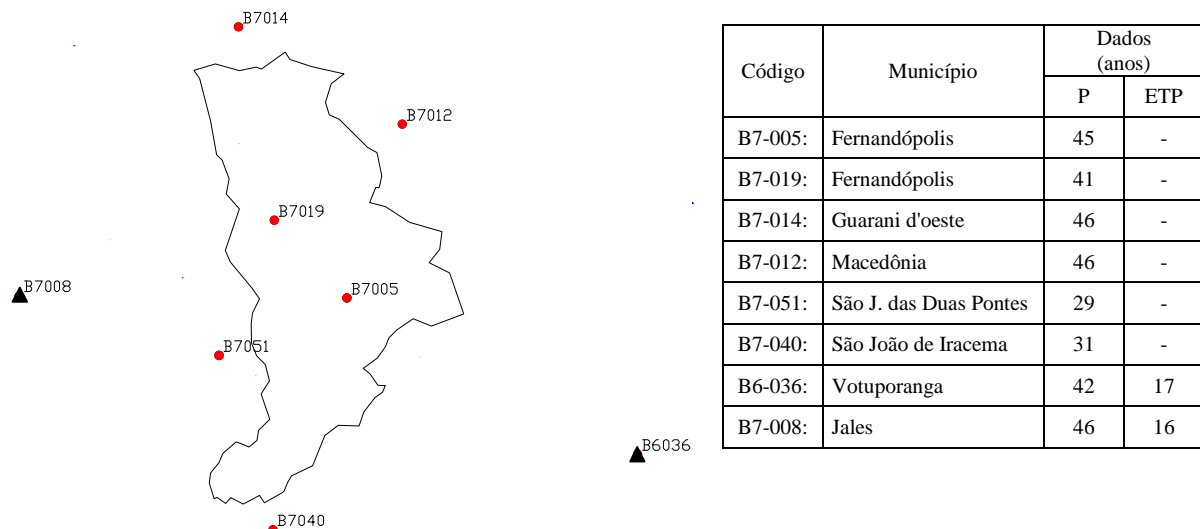


Figura 2. Estações climáticas utilizadas para a obtenção dos dados de P (vermelho) e estações climáticas utilizadas na obtenção dos dados de P e ETP.

Com as médias ponderadas de cada um dos componentes P e ETP e, considerando o valor da capacidade de água disponível (CAD), foi determinado o balanço hídrico climatológico normal ponderado. Para a comparação com o método normal, também determinou-se o balanço hídrico climatológico normal para o município de Fernandópolis utilizando somente os dados da estação B7-005. A comparação entre os dois métodos (normal e ponderado) foi realizada em termos de totais anuais de P (precipitação), ETP (evapotranspiração), ETR (evapotranspiração real), DEF (deficiência hídrica) e EXC (excedente hídrico) e totais mensais de P e ETP. A metodologia empregada na elaboração do balanço hídrico pelos dois métodos foi o de Thornthwaite e Mather (1955) citado por PEREIRA et al. (2002).

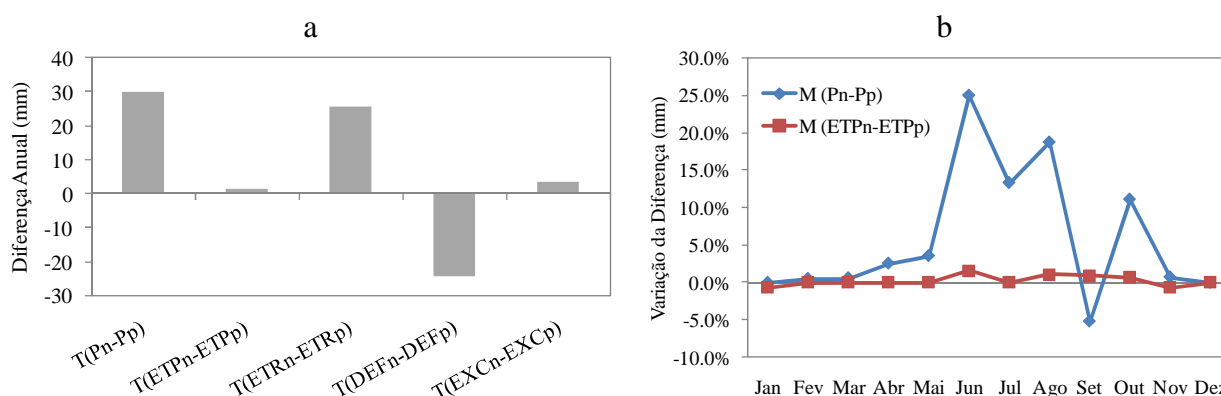
RESULTADOS E DISCUSSÃO: Nas Tabelas 1 e 2 estão apresentados os balanços hídricos climatológicos, respectivamente, elaborados utilizando o método normal e o ponderado. Como pode ser observado houve diferenças quando se comparou o balanço hídrico elaborado pelo método normal e pelo método ponderado. Como pode ser verificado na Figura 3a, o método normal quando comparado com o método ponderado, em relação aos totais anuais, superestimou os valores de P, ETP, ETR e EXC, respectivamente, em 30, 1, 26 e 3 mm (2,3, 0,1, 2,2 e 2,0%). No entanto, a maior diferença foi na estimativa da DEF, onde o método normal em comparação ao ponderado subestimou este componente em 25 mm (11,3%).

Tabela 1. Balanço hídrico climatológico pelo método normal.

Mês	P	ETP	P-ETP	NAC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Jan	240	157	83	0	100	0	157	0	83
Fev	197	137	60	0	100	0	137	0	60
Mar	165	136	30	0	100	0	136	0	30
Abr	80	105	-25	-25	78	-22	102	3	0
Mai	58	74	-16	-41	67	-11	70	4	0
Jun	35	65	-30	-70	50	-17	52	13	0
Jul	17	67	-50	-121	30	-20	36	31	0
Ago	19	91	-72	-193	15	-15	35	57	0
Set	55	116	-61	-254	8	-7	61	55	0
Out	130	154	-24	-278	6	-2	132	23	0
Nov	139	147	-8	-287	6	0	139	8	0
Dez	215	161	55	-51	60	55	161	0	0
Total	1351	1410	-	-	-	-	1218	192	173

Tabela 2. Balanço hídrico climatológico pelo método ponderado.

Mês	P	ETP	P-ETP	NAC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Jan	240	158	83	0	100	0	158	0	83
Fev	196	137	59	0	100	0	137	0	59
Mar	164	136	27	0	100	0	136	0	27
Abr	78	105	-28	-28	76	-24	102	4	0
Mai	56	74	-18	-45	64	-12	68	5	0
Jun	28	64	-36	-82	44	-19	47	17	0
Jul	15	67	-52	-133	26	-18	33	34	0
Ago	16	90	-75	-208	12	-14	30	61	0
Set	58	115	-57	-266	7	-5	63	52	0
Out	117	153	-36	-302	5	-2	119	34	0
Nov	138	148	-11	-312	4	0	138	10	0
Dez	215	161	55	-52	59	55	161	0	0
Total	1321	1409	-	-	-	-	1192	217	169



OBS: T (diferença entre os totais anuais); M (diferença entre os totais mensais); P (precipitação); ETP (evapotranspiração potencial); ETR (evapotranspiração real); DEF (deficiência hídrica); EXC (excedente hídrico); n (método normal); p (método ponderado).

Figura 3. Diferenças entre os totais anuais (a) e mensais (b) entre os componentes do balanço hídrico climatológico normal, determinados pelo método normal e o ponderado.

Com relação às diferenças entre os totais mensais de P e ETP (Figura 3b), determinadas pelos métodos normal e ponderado, pode-se observar que as maiores variações ocorreram entre P. Nos meses de janeiro e dezembro não houveram diferenças entre os dois métodos na determinação de P. Já nos meses de fevereiro a novembro, com exceção do mês de setembro, a diferença entre o método normal e o ponderado, apresentaram variações positivas de 0,5% em fevereiro (1 mm), chegando a um máximo de 25% em junho (7 mm). O único mês em que o método normal apresentou valor de P inferior ao do método ponderado foi no mês de setembro, com variação de 5,2% a menos (3 mm). Com relação a ETP, a maior variação positiva observada entre os métodos normal e ponderado foi de 1,1% no mês de agosto (1 mm) e a maior variação negativa foi no mês de novembro (0,7%). No geral as variações observadas para ETP foram pequenas. De acordo com os resultados obtidos pode-se observar que o maior erro na utilização do método normal em relação ao método ponderado, na elaboração do balanço hídrico climatológico, se refere a estimativa da DEF. Este comportamento pode ser atribuído as diferenças nos valores de P, que tendem a aumentar nos períodos de menores precipitações (Figura 3b), influenciando significativamente a determinação da DEF. Isto ocorre, porque quando se utiliza a média ponderada de P com a respectiva área de abrangência, o erro provocado pela variabilidade espacial da distribuição das chuvas. Sendo assim, a utilização do método ponderado na elaboração do balanço hídrico climatológico normal do município de Fernandópolis - SP foi viável por melhorar a precisão dos componentes do balanço hídrico, especialmente, da P e da DEF.

CONCLUSÃO: De acordo com os resultados e nas condições em que este trabalho foi desenvolvido pode-se concluir que a utilização do método ponderado na elaboração do balanço hídrico climatológico normal do município de Fernandópolis - SP foi viável por melhorar a precisão dos componentes do balanço hídrico, especialmente, da P e da DEF.

REFERÊNCIAS:

- CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICA – CIIAGRO.** Dados de evapotranspiração. Estado de São Paulo: CIIAGRO. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/>. Acesso em 14 jun. 2009.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE.** Banco de dados pluviométricos. São Paulo: DAEE. Disponível em: <http://www.dae.sp.gov.br/>. Acesso em: 14 jun. 2009.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE.** Área territorial oficial. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/areaterritorial/area.php?nome=Fernand%F3polis&codigo=&submit.x=13&submit.y=7>. Acesso em 15 jun 2009.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C.; **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas** – Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.
- PRADO, H. **Pedologia fácil: aplicações na agricultura.** 2^o Ed.rev. ampl. Piracicaba, 2008.
- ROLIM, G. S.; et. al. **Classificação climática de köppen e de thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo.** *Bragantia*, Campinas, v.66, n.4, p.711-720, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87052007000400022&script=sci_arttext. Acesso em 14 jun. de 2009.